

湿潤環境下における接着系あと施工アンカーのクリープ挙動の検討

土木研究所 正会員 ○富山 禎仁
土木研究所 正会員 中村 崇
土木研究所 正会員 西崎 到

1. はじめに

接着系あと施工アンカー（以降、接着系アンカーと称す）に持続的な荷重が長時間作用する場合の耐力は、最大耐力に比べて明らかに低下することが知られている¹⁾。しかしながら、これらのデータは十分に蓄積されておらず、適切な設計がなされていないのが現状である。特に、母材であるコンクリートに発生したひび割れなどに起因し、コンクリート／アンカーの接着面に水が滞留するような場合、持続荷重と水分との複合的な作用により接着系アンカーの耐久性が低下することが懸念されるが、その挙動については明らかにされていない。

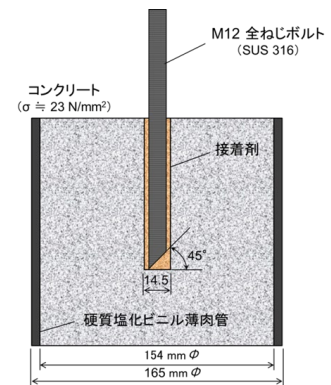
そこで本研究では、接着系アンカーを施工したコンクリート供試体を水中に浸せきし、この状態でアンカーに持続荷重を負荷するクリープ試験を行い、湿潤環境下における接着系アンカーのクリープ挙動について検討している。本報では、その中間結果を報告する。

2. 実験方法

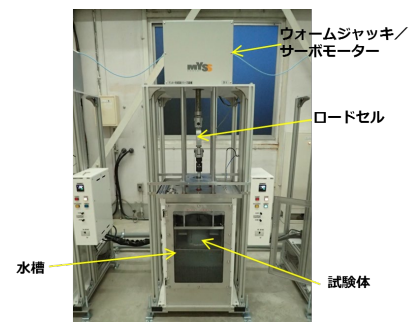
市販されている不飽和ポリエステル樹脂系のアンカー1種類を選び、試験に供した（表－1）。製品はガラス製のカプセルに接着剤（主剤、硬化剤）と骨材が封入されたタイプであり、これをドリル孔に挿入し回転・打撃を与えて施工する。試験片の母材となるコンクリート（ $\phi 154 \times 150$ mm）は、硬質塩化ビニル管を型枠にして打設した。水セメント比は70%，材齢28日目の圧縮強度は約23 MPaである（表－2）。このコンクリート円柱に、上記の接着系アンカーをメーカーの指定する方法（削孔径14.5 mm，削孔長100 mm）で打設し、これを供試体とした（図－1）。

クリープ試験機は、ロードセルによる荷重検出とサーボモータ駆動による張力ロッドの制御とを組み合わせたものである（図－2）。最大荷重は50 kN，ウォームジャッキのストロークは100 mmとなっている。この試験機には恒温水槽が備わっており、常温～70℃の範囲で、供試体を一定水温の水中に浸せきしつつ、引張クリープ試験を行うことができる（図－3）。

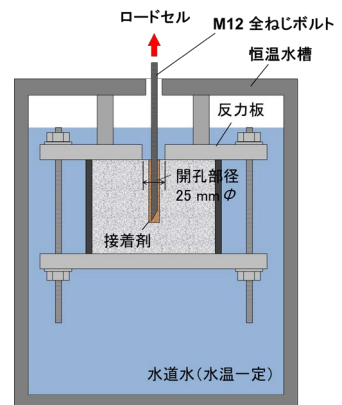
予備試験において、万能試験機を用いアンカーの最大引張荷重を求めたところ、49.7 kNであった。そこでクリープ試験においては、最大引張荷重の80%（39.8 kN），70%（34.8 kN），60%（29.8 kN）の3水準の引張荷重を持続的にアンカーに負荷し、この時のアンカーの変位を測定している。試験機の張力ロッドの変位をアンカーの変位とみなし、これを自動記録している。試験は、供試体は無負荷で所定の水温の水中に1週間浸せきした後開始した。クリープ試験開始時には、およそ60秒で目標の荷重に達するよう徐々に载荷し、供試体への衝撃を回避した。浸せき水は層内で十分に攪拌されており、水温は25℃～65℃の範囲で設定した値に保たれて



図－1 供試体の概略図



図－2 クリープ試験機の概観



図－3 浸せきクリープ試験の模式図

キーワード あと施工アンカー，接着系，持続荷重，クリープ，不飽和ポリエステル，湿潤環境

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 (国研)土木研究所 材料資源研究グループ TEL 029-879-6763

表－１ 実験に用いた接着系あと施工アンカーの寸法と強度（製造メーカーの技術資料より）

アンカーの タイプ	接着剤樹脂	外径 (mm)	長さ (mm)	アンカー筋	ドリル径 (mm)	削孔長 (mm)	最大引張荷重 (kN)	付着強さ※ (MPa)
カプセル方式 回転・打撃型	不飽和 ポリエステル	13	100	M12	14.5	100	57.4	17.3

※ 有効付着長（削孔長－カット部長）により算出

表－２ 母材コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 A	混和剤 B
		水	セメント	細骨材	粗骨材		
70	47	163	23.3	87.4	1001	セメント× 0.25%	セメント× 0.003%

いる。比較として、供試体を室温大気中に設置した状態でのクリープ試験も行った。

3. 実験結果と考察

接着系アンカーのクリープ試験の途中経過として、アンカーの変位の経時変化を図－４に示す。負荷する荷重の増大に伴いアンカーのクリープ変形は速くなり、最大荷重の80%を負荷した試験水準では、試験開始から数分のうちに引抜破壊（付着切れ）に至り、試験が終了した。最大荷重の80%のケースでは、供試体により破壊までの時間に若干の差異があったものの、水中と大気中とで明確な違いは認められなかった。

45℃の水中に浸せきし、最大引張荷重の70%を負荷したケースを比較すると、水温の上昇に伴いクリープ変形が早くなり、65℃では試験開始から5時間程度、45℃では15時間程度で破壊に至った。一方で、30℃、25℃のケースでは1000時間以降もクリープ変形の速度は緩やかであり、まだ破断には至っていない。

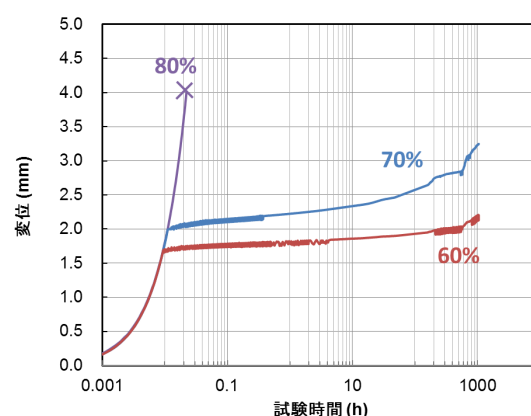
最大引張荷重の80%を負荷し、破壊に至った供試体の写真を図－５に示す。大気中で試験を行ったケースでは、アンカー接着剤とコンクリートの界面で破壊が生じているのに対し、45℃の水中で試験したケースではボルトのねじ山近傍で破壊が生じており、アンカー接着剤の大部分がコンクリートに付着したままである様子が観察された。このような破壊形態は、水中に浸せきしクリープ破壊に至った他のケースでも見られた。このことから、母材コンクリートが湿潤状態にある場合と、そうでない場合とで、持続荷重による接着系アンカーの破壊に至るまでの機構や、破壊モードが異なることが推察される。

4. まとめ

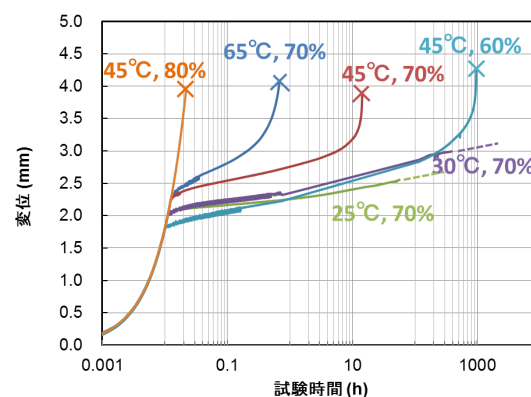
今後、水温や荷重レベルをさらに変えた実験を行い、接着系アンカーのクリープ挙動に関するデータを充実させるとともに、湿潤環境下でのクリープ破壊の機構について詳細に検討する予定である。

参考文献

1) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説、日本建築学会、339 p., 2010

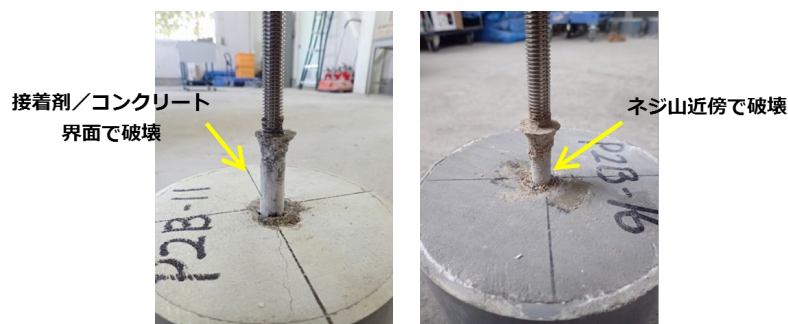


(a) 室温大気中



(b) 水中

図－４ 持続荷重下でのアンカー変位の経時変化



(a) 室温大気中

(b) 45℃水中

図－５ クリープ試験により破壊後の接着系アンカーの概観